



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105500701 B

(45)授权公告日 2019.11.12

(21)申请号 201510605097.3

(51)Int.CI.

(22)申请日 2015.09.21

B29C 64/20(2017.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B29C 64/209(2017.01)

申请公布号 CN 105500701 A

B29C 64/393(2017.01)

(43)申请公布日 2016.04.20

B29C 64/10(2017.01)

(30)优先权数据

B33Y 30/00(2015.01)

14/509827 2014.10.08 US

B33Y 10/00(2015.01)

(73)专利权人 施乐公司

(56)对比文件

地址 美国康涅狄格州

US 2006111807 A1, 2006.05.25,

(72)发明人 H·A·迈兹 B·R·康罗

CN 103909655 A, 2014.07.09,

P·J·唐纳森 J·J·福克英斯

CN 103143707 A, 2013.06.12,

P·A·霍西尔 R·J·克莱克纳

审查员 王利霞

(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

权利要求书2页 说明书13页 附图6页

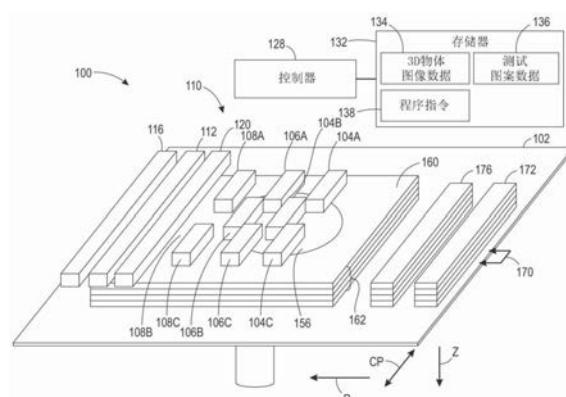
代理人 樊英如 李献忠

(54)发明名称

用于三维物体打印期间的测试图案形成的系统和方法

(57)摘要

本发明提供一种三维物体打印机，其从第一打印头中的多个喷射器喷射构建材料的滴以在构件的第一区域上形成物体并且从第二打印头中的多个喷射器喷射支撑材料的滴以支撑构件的第一区域上的物体。第二打印头将支撑材料的滴喷射到独立于第一区域的构件的第二区域上以形成衬底层。第一打印头将构建材料的滴喷射到衬底层上以形成打印测试图案。图像传感器生成打印测试图案的图像数据以识别第一打印头中的不工作喷射器。



1. 一种三维物体打印机,其包括:

构件,所述构件配置成在三维物体打印过程期间接收在所述构件的表面上的构建材料和支撑材料;

包括第一多个喷射器的第一打印头,所述第一多个喷射器配置成朝着所述构件喷射所述构建材料的滴;

支撑材料分配器,所述支撑材料分配器配置成将所述支撑材料提供到所述构件上;

图像传感器,所述图像传感器配置成生成形成于所述构件上的所述构建材料和所述支撑材料的扫描图像数据;以及

控制器,所述控制器可操作地连接到所述第一打印头、所述支撑材料分配器和所述图像传感器,所述控制器配置成:

操作所述支撑材料分配器以在所述构件的第一区域上形成所述支撑材料的第一层,所述第一区域独立于所述构件的所述打印机形成三维物体的区域;

操作所述第一打印头中的所述第一多个喷射器以将所述构建材料的滴的第一预定图案的一部分喷射到所述支撑材料的所述第一层上从而形成第一测试图案的第一部分;

操作所述图像传感器以在所述构件的所述第一区域中的所述支撑材料的所述第一层上生成所述第一测试图案的所述第一部分的扫描图像数据;

操作所述支撑材料分配器以在所述构件的所述第一区域上在所述支撑材料的所述第一层和所述第一测试图案的所述第一部分之上形成所述支撑材料的另外的层;

操作所述图像传感器以生成所述支撑材料的所述另外的层的扫描图像数据;

确定所述支撑材料的所述另外的层的所述扫描图像数据是否显示所述第一测试图案的所述第一部分通过所述支撑材料的所述另外的层;

如果所述确定表明所述第一测试图案的所述第一部分显示通过所述支撑材料的所述另外的层,则重复所述支撑材料分配器的操作从而在所述支撑材料的所述另外的层上形成所述支撑材料的一或多个其他的层、重复所述图像传感器的操作从而在所述支撑材料的所述另外的层上产生所述支撑材料的所述一或多个其他的层的扫描图像数据、以及重复所述确定以确定所述第一测试图案的所述第一部分是否显示通过所述支撑材料的所述另外的层和所述一或多个其他的层,所述重复发生直到所述第一测试图案的所述第一部分不显示通过所述支撑材料的所述另外的层和所述一或多个其他的层;

操作所述第一打印头中的所述第一多个喷射器以将所述构建材料的滴的第二预定图案的一部分喷射到所述支撑材料的所有的另外的层和一或多个其他的层的最上层上,以形成所述第一测试图案的第二部分;

操作所述图像传感器以产生所述第一测试图案的所述第二部分的扫描图像数据;以及

在产生所述第一测试图案的所述第二部分的扫描图像数据之后,使用所述第一测试图案的所述第一部分的所述扫描图像数据和所述第一测试图案的所述第二部分的所述扫描图像数据识别所述第一打印头中的所述第一多个喷射器中的任何不工作喷射器。

2. 根据权利要求1所述的三维物体打印机,其中识别所述第一多个喷射器中的任何不工作喷射器是通过识别所述第一测试图案中的标记的缺失来进行的,所述第一测试图案中的标记对应于用于形成缺失的标记的相应的第一打印头喷射器,所述相应的第一打印头喷射器由此构成缺失的第一打印头喷射器。

3. 根据权利要求1所述的三维物体打印机,其中所述支撑材料分配器是具有第二多个喷射器的第二打印头,所述第二多个喷射器配置成朝着所述构件喷射所述支撑材料的滴;所述控制器还配置成:

操作所述第二打印头中的所述第二多个喷射器以喷射所述支撑材料的滴以在所述构件的所述第一区域上形成所述支撑材料的所述第一层中;以及

操作所述第二打印头中的所述第二多个喷射器以形成所述支撑材料的所有的另外的层和一或多个其他的层。

4. 根据权利要求3所述的三维物体打印机,其还包括:

包括第三多个喷射器的第三打印头,所述第三多个喷射器配置成朝着所述构件喷射所述构建材料的滴;

其中,所述控制器可操作地连接到所述第三打印头并且还配置成:

操作所述第三打印头中的所述第三多个喷射器以将所述构建材料的滴的第一预定图案的另一部分喷射到所述支撑材料的所述第一层上作为形成所述第一测试图案的所述第一部的一部分;并且

操作所述第三打印头中的所述第三多个喷射器以将所述构建材料的滴的第二预定图案的另一部分喷射到所述支撑材料的所述另外的层和一或多个其他的层上作为形成所述第一测试图案的所述第二部分的一部分;

其中,识别所述第一打印头中的所述第一多个喷射器中的任何不工作喷射器是通过识别由所述第一打印头形成的所述第一测试图案的第一多个标记和由所述第三打印头形成的所述第一测试图案的第二多个标记之间的对齐误差来进行。

5. 根据权利要求1所述的三维物体打印机,其中所述支撑材料分配器是支撑材料涂布器,所述支撑材料涂布器配置成在所述构件的所述第一区域上形成所述支撑材料的所述第一层和所述支撑材料的所述另外的层和一或多个其他的层。

6. 根据权利要求5所述的三维物体打印机,所述第一打印头配置成喷射作为粘结剂构建材料的所述构建材料的滴,所述粘结剂构建材料硬化所述支撑材料的所述第一层的第一部分作为形成所述第一测试图案的所述第一部的一部分并且硬化所述支撑材料的所述另外的层和一或多个其他的层的最上层的第二部分作为形成所述第一测试图案的所述第二部分的一部分。

## 用于三维物体打印期间的测试图案形成的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及三维物体打印系统，并且更特别地，涉及在三维物体打印系统的操作期间形成测试图案的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 三维打印也称为数字增材制造，是从实质上任何形状的数字模型制造三维固体物体的过程。许多三维打印技术使用增材过程，其中在先前沉积的层的顶部上构建部件的连续层。这些技术中的一些使用喷墨打印，其中一个或多个打印头喷射材料的连续层。三维打印与主要依赖通过减材过程从工件去除材料的传统物体形成技术（如切割或钻孔）可区分。

[0003] 用这些打印机生产三维物体会需要数小时，对于一些物体，甚至需要数天来生产物体。在用三维打印机生产三维物体中出现的一个问题是喷射形成物体的材料滴的打印头中的喷射器的一致功能性。在物体的打印期间，一个或多个喷射器会通过与打印头成角度而不是垂直于打印头喷射材料、喷射小于喷射器应当喷射的滴或通过根本未能喷射任何滴而劣化。遭受这些操作缺陷的任何一个的喷射器被称为不工作喷射器。如果一个或多个喷射器的操作状态在物体的打印期间劣化，则在打印操作完成之前不能评估打印物体的质量。因此，需要数小时或数天的打印作业会由于打印头中的不工作喷射器而产生不符合规范的物体。一旦检测到这样的物体，打印物体报废，恢复程序应用于打印头以恢复喷射器功能性，并且重复打印作业。因此，对三维物体打印机的改进将是有利的，其在打印操作期间允许识别不工作喷射器以允许修正不工作喷射器而不引起部分打印物体的损失。

### 发明内容

[0004] 在一个实施例中，已开发一种三维物体打印机，其在三维打印操作期间形成构建材料的打印测试图案。所述三维物体打印机包括：构件，所述构件配置成在三维物体打印过程期间接收构建材料和支撑材料；包括第一多个喷射器的第一打印头，所述第一多个喷射器配置成朝着所述构件喷射构建材料的滴；支撑材料分配器，所述支撑材料分配器配置成将支撑材料排出到所述构件上；图像传感器，所述图像传感器配置成生成形成于所述构件上的构建材料和支撑材料的扫描图像数据；以及控制器，所述控制器可操作地连接到所述第一打印头、所述支撑材料分配器和所述图像传感器。所述控制器配置成操作所述支撑材料分配器以在所述构件的第一区域上形成支撑材料的第一层；操作所述第一打印头中的所述第一多个喷射器以将构建材料的滴的第一预定图案的一部分喷射到所述支撑材料的第一层上从而形成第一测试图案的第一部分；操作所述图像传感器以生成所述第一测试图案的第一部分的扫描图像数据；操作所述支撑材料分配器以在所述构件的第一区域上在所述支撑材料的第一层和所述第一测试图案的第一部分之上形成支撑材料的至少一个另外的层；操作所述第一打印头中的所述第一多个喷射器以将构建材料的滴的第二预定图案的一部分喷射到所述至少一个另外的层上从而形成第一测试图案的第二部分；操作所述图像传感器以生成所述测试图案的第二部分的扫描图像数据；以及参考所述第一测试图案的第一

部分的扫描图像数据和所述第一测试图案的第二部分的扫描图像数据识别所述第一打印头中的至少一个不工作喷射器。

[0005] 在另一实施例中,已开发一种操作三维物体打印机以在三维打印操作期间形成构建材料的打印测试图案的方法。所述方法包括:用控制器操作支撑材料分配器以在构件的第一区域上形成支撑材料的第一层;用所述控制器操作第一打印头中的第一多个喷射器以将构建材料的滴的第一预定图案的一部分喷射到所述支撑材料的第一层上从而形成第一测试图案的第一部分;用所述控制器操作图像传感器以生成所述第一测试图案的第一部分的扫描图像数据;用所述控制器操作所述支撑材料分配器以在所述构件的第一区域上在所述支撑材料的第一层之上形成支撑材料的至少一个另外的层;用所述控制器操作所述第一打印头中的所述第一多个喷射器以将构建材料的滴的第二预定图案的一部分喷射到所述至少一个另外的层上从而形成第一测试图案的第二部分;用所述控制器操作所述图像传感器以生成所述测试图案的第二部分的扫描图像数据;以及用所述控制器参考所述第一测试图案的第一部分的扫描图像数据和所述第一测试图案的第二部分的扫描图像数据识别所述第一打印头中的至少一个不工作喷射器。

[0006] 在另一实施例中,已开发一种操作三维物体打印机的方法。所述方法包括:用控制器操作第一打印头中的第一多个喷射器以在构件的第一区域上形成第一构建材料的第一层;用所述控制器操作第二打印头中的第二多个喷射器以将由第二构建材料的滴形成的第一预定图案的一部分喷射到所述第一构建材料的第一层上从而形成第一测试图案的第一部分;用所述控制器操作图像传感器以生成所述第一测试图案的第一部分的扫描图像数据;用所述控制器操作所述第一打印头中的所述第一多个喷射器以在所述构件的第一区域上在所述构建材料的第一层和所述第一测试图案的第一部分之上形成第一构建材料的至少一个另外的层;用所述控制器操作所述第二打印头中的所述第二多个喷射器以将第二构建材料的滴的第二预定图案的一部分喷射到所述第一构建材料的至少一个另外的层上从而形成第一测试图案的第二部分;用所述控制器操作所述图像传感器以生成所述测试图案的第二部分的扫描图像数据;以及用所述控制器参考所述第一测试图案的第一部分的扫描图像数据和所述第一测试图案的第二部分的扫描图像数据识别所述第一打印头中的至少一个不工作喷射器。

## 附图说明

[0007] 在结合附图进行的以下描述中解释在三维物体打印期间形成测试图案的装置或打印机的前述方面和其它特征。

[0008] 图1是三维物体打印机的图示。

[0009] 图2是另一三维物体打印机的图示。

[0010] 图3是来自图1的支撑材料和构建材料的打印测试图案的第一堆叠以及构建材料和支撑材料的打印图案的第二堆叠的视图。

[0011] 图4是包括由多个打印头中的喷射器形成的标记的预定图案的测试图案的示例性描绘。

[0012] 图5是用于在打印头执行三维打印操作时操作三维物体打印机以形成测试图案并且识别打印头中的不工作喷射器的过程的方块图。

[0013] 图6是用于在打印头执行三维打印操作时操作三维物体打印机以形成测试图案并且识别打印头中的不工作喷射器的另一过程的方块图。

### 具体实施方式

[0014] 为了本文中所公开的设备的环境以及设备的细节的一般理解,参考附图。在附图中,相似的附图标记标示相似的要素。

[0015] 当在本文中使用时,术语“构建材料”指的是以液滴的形式从一个或多个打印头中的多个喷射器喷射以形成在三维物体打印机中形成的物体中的材料层的材料。构建材料的例子包括、但不限于热塑性塑料、UV可固化聚合物和粘结剂,其可以被液化以便作为液滴从一个或多个打印头中的喷射器喷射并且随后硬化成通过增材三维物体打印过程形成物体的固体材料。在一些三维物体打印机实施例中,多种形式的构建材料用于产生物体。在一些实施例中,具有变化物理或化学特性的不同构建材料形成单个物体。在其它实施例中,打印机配置成喷射单个类型的构建材料的滴,所述构建材料通过包括在构建材料中的颜料或其它着色剂包含不同颜色。三维物体打印机控制具有不同颜色的构建材料的滴的喷射以形成具有变化颜色并且可选地在物体的表面上具有打印文字、图形或其它单色和多色图案的物体。

[0016] 当在本文中使用时,术语“支撑材料”指的是在三维物体打印过程期间从打印头喷射以稳定由构建材料形成的物体的另一种材料。例如,当三维物体打印机施加构建材料层以形成物体时,打印机中的至少一个打印头也喷射接合物体的部分的支撑材料层。在用构建材料构造的物体是完成物体并且被支撑之前支撑材料将构建材料的一个或多个部段保持就位,原因是物体是单个物体。使用支撑材料的简单例子包括使用三维物体打印机构造手杖。手杖的弓形部分处于物体的顶部,并且在完成手杖中的弓形结构的顶部之前支撑材料为手柄的指向下方部分提供支撑。在足够的构建材料存在以将物体保持在一起之前,支撑材料也防止新形成的特征断裂,并且在硬化过程完成之前防止未完全固化的构建材料的部分流动脱位。支撑材料的例子包括、但不限于在打印过程期间为物体提供支撑并且在打印过程完成之后可以容易地从物体去除的蜡状材料。

[0017] 当在本文中使用时,术语“过程方向”指的是在三维物体形成过程期间支撑构件移动经过一个或多个打印头的方向。支撑构件在打印过程期间保持三维物体和伴随的支撑材料和构建材料。在一些实施例中,支撑构件是平面构件,如金属板,而在其它实施例中支撑构件是旋转圆柱形构件或具有另一形状的构件,其在三维物体打印过程期间支撑物体的形成。在一些实施例中,打印头保持静止而支撑构件和物体移动经过打印头。在其它实施例中,打印头移动而支撑构件保持静止。在另外的其它实施例中,打印头和支撑构件都移动。

[0018] 当在本文中使用时,术语“交叉过程方向”指的是垂直于过程方向并且在支撑构件的平面中的方向。两个或更多个打印头中的喷射器在交叉过程方向上对齐以允许打印头的阵列在二维平面区域上形成构建材料和支撑材料的打印图案。在三维物体打印过程期间,从对齐打印头形成的构建材料和支撑材料的连续层形成三维物体。

[0019] 当在本文中使用时,术语“z方向”指的是垂直于过程方向和交叉过程方向二者并且垂直于支撑构件的平面的方向。在三维物体打印过程的开始时,沿着z方向的分离指的是支撑构件和形成构建材料和支撑材料的层的打印头之间的分离的距离。当打印头中的喷射

器形成构建材料和支撑材料的每个层时,打印机调节打印头和最上层之间的z方向分离以在打印操作期间保持打印头和物体的最上层之间的大致恒定距离。在许多三维物体打印机实施例中,打印头和打印材料的最上层之间的z方向分离保持在较窄公差内以允许构建材料和支撑材料的喷射滴的一致放置和控制。在一些实施例中,支撑构件在打印操作期间移动远离打印头以保持z方向分离,而在其它实施例中打印头移动远离部分打印物体和支撑构件以保持z方向分离。

[0020] 当在本文中使用时,术语“不工作喷射器”参考单个打印头和多个打印头被使用。当参考单个打印头时,术语“不工作喷射器”指的是在三维物体打印操作期间部分或完全未能喷射构建材料或支撑材料的滴的喷射器。在一些情况下,不工作喷射器被堵塞并且不能喷射滴或仅仅间歇地喷射滴。在其它情况下,喷射器喷射着陆在支撑构件或者构建或支撑材料的其它层上的错误位置的滴。当参考两个或更多个打印头时,术语“不工作喷射器”也指的是两个或更多个打印头的相对位置之间的对齐误差。当在本文中使用时,术语“对齐误差”指的是两个或更多个打印头在过程方向或交叉过程方向上的位置的偏移,其偏离打印头正确对齐时的打印头之间的预定过程方向或交叉过程方向偏移。在一个配置中,两个不同打印头中的相应喷射器以单列喷射构建材料或支撑材料的滴,当打印头正确对齐时所述单列在过程方向上延伸,没有滴的交叉过程方向位置的差异(零偏移)。打印头之间的对齐误差产生来自第一打印头中的每个喷射器和第二打印头中的相应喷射器的材料滴之间的交叉过程方向偏移。在其它配置中,打印头在交叉过程方向上彼此偏移预定距离以覆盖物体接收表面的不同区域并且从预定偏移的偏离产生对齐误差。如下面更详细地所述,一个或多个打印头阵列均包括沿着交叉过程方向以预定对齐定位的多个打印头,所述预定对齐允许打印头将构建材料或支撑材料的滴喷射到预定位置上以形成物体的层和物体的支撑层。由于两个或更多个打印头的相对位置产生在三维打印机中形成的结构的误差,因此不工作喷射器生成对齐误差。

[0021] 当在本文中使用时,术语“分配器”指的是在三维物体打印过程期间在三维物体打印机中排出支撑材料的一个或多个设备。在一个实施例中,分配器包括包含多个喷射器的一个或多个打印头。喷射器将支撑材料的滴排出到在三维物体打印过程期间由支撑材料和构建材料形成的一系列二维层的预定位置上。在另一实施例中,分配器是排出支撑材料(如粉末状树脂或石膏材料)的均匀层的涂布设备。在涂布设备实施例中,构建材料是将粉末的部分附着在一起以形成三维物体的粘结剂。在完成打印过程之后从三维物体去除不接收粘结剂材料的粉末的其它部分。

[0022] 图1描绘三维物体打印机100,其配置成在三维物体形成操作期间操作打印头以形成打印测试图案从而允许缺失喷射器检测和打印头对齐。打印机100包括支撑构件102,包括打印头104A-104C的第一构建材料打印头阵列,包括打印头106A-106C的第二构建材料打印头阵列,包括打印头108A-108B的可选的支撑材料打印头阵列,紫外(UV)固化设备112,图像传感器116,调平器120,以及控制器128。在图1的示例性实施例中,在由构建材料的多个层形成的三维打印物体156的形成期间描绘三维物体打印机100。支撑材料160用多个层162围绕物体156以在三维物体形成过程期间稳定物体156。

[0023] 在图1的实施例中,支撑构件102是在过程方向P上移动的平面构件,如金属板。调平器120,打印头阵列104A-104C、106A-106C和108A-108C,UV固化设备112,以及图像传感器

116形成打印区域110，并且构件102在过程方向P上运载支撑材料和构建材料的任何先前形成的层通过打印区域110。在打印操作期间，支撑构件102在多次通过打印头的预定过程方向路径中移动以形成构建材料156、支撑材料160以及测试图案层172和176的连续层。在一些实施例中，类似于构件102的多个构件以转盘或类似配置通过打印区域110。一个或多个致动器将构件102在过程方向P上移动通过打印区域110。在图1的实施例中，在构建和支撑材料的每个层被施加到支撑构件之后致动器也将支撑构件102在方向Z上移动远离打印区域110中的部件。致动器在Z方向上移动支撑构件102以保持物体156的最上层和打印区域110中的部件之间的均匀分离。打印区域110在每次巡回通过路径以平行地形成多组三维物体期间在每个构件上形成一个或多个三维打印物体的另外的层。

[0024] 在图1的配置中，包括打印头104A-104C和106A-106C的打印头阵列配置成朝着支撑构件102喷射构建材料的滴以形成三维打印物体(如物体156)的层。打印头104A-104C和106A-106C的每一个包括接收液化形式的构建材料并且喷射构建材料的液滴的多个喷射器。在一个实施例中，每个喷射器包括接收液体构建材料的流体压力室，致动器(如压电致动器)，和出口喷嘴。压电致动器响应电触发信号而变形并且将液化构建材料作为朝着构件102喷射的滴推动通过喷嘴。如果构件102承载三维物体的先前形成的层，则构建材料的喷射滴形成物体的另外的层。打印头104A-104C和106A-106C的每一个包括喷射器的二维阵列，在示例性打印头实施例中包括880个喷射器。在操作期间，控制器128控制电触发信号的生成以在不同时间操作选定喷射器从而形成用于物体156的构建材料的每个层。如下面更详细地所述，控制器128也针对打印头104A-104C和106A-106C中的喷射器生成触发信号以打印用于识别不工作喷射器的构建材料的测试图案。

[0025] 在操作期间，如果喷射器被堵塞或以另外方式未能以可靠方式喷射构建材料的滴，则打印头104A-104C和106A-106C中的一个或多个喷射器变为缺失喷射器。在一些情况下，缺失喷射器仅仅间歇地喷射滴或将滴喷射到构件102或物体156的上层的错误位置上。缺失喷射器是不工作喷射器的一种类型。如下所述，控制器128参考测试图案的扫描图像数据识别缺失喷射器，其中缺失喷射器未能在测试图案中的预定位置形成打印标记。当缺失喷射器被识别时，打印机100可以中止打印过程直到缺失喷射器通过清洁或净化过程返回可工作条件或者当打印操作继续时打印机100操作围绕缺失喷射器的相邻喷射器以补偿缺失喷射器。

[0026] 如图1中所示，两个打印头阵列104A-104C和106A-106C喷射构建材料的滴以形成物体156。打印头阵列104A-104C包括三个打印头，其在打印区域110中在交叉过程方向CP上交错以允许打印头104A-104C中的喷射器形成横越物体156的宽度的打印图案。打印头106A-106C以类似方式布置。尽管未在图1中明确地示出，但是打印头阵列104A-104C和106A-106C的每一个包括沿着交叉过程方向轴线CP移动打印头的至少一个致动器，如步进电机。控制器128可操作地连接到致动器并且可选地启动致动器以调节打印头104A-104C和106A-106C的交叉过程方向位置。

[0027] 在一个配置中，打印头104A-104C和106A-106C喷射具有两种不同颜色的构建材料的滴或者打印头阵列喷射组合形成单个物体的不同形式的构建材料。尽管图1描绘喷射两种构建材料颜色的两个打印头阵列104A-104C和106A-106C，但是替代配置包括喷射不同构建材料颜色或不同类型的构建材料的另外的打印头阵列。打印头104A中的每个喷射器在交

叉过程方向CP上相对于打印头106A中的相应喷射器对齐。也就是说，当打印头对齐时打印头104A中的每个喷射器和打印头106A中的相应喷射器将构建材料的滴喷射到沿着交叉过程方向轴线CP的相同位置。打印头104B和104C以相同方式分别与打印头106B和106C对齐。在另一配置中，打印头阵列与交叉过程方向偏移对齐，所述交叉过程方向偏移对应于在物体156上形成的构建材料滴的宽度的大约一半。交叉过程方向偏移在打印操作期间有效地使打印头阵列的分辨率加倍。例如，如果打印头阵列104A-104C以300滴每英寸(DPI)沿着交叉过程方向轴线CP喷射构建材料的滴，则打印头104A-104C和106A-106C的组合以600DPI喷射构建材料的滴。

[0028] 在打印机100的操作期间，打印头可能由于各种原因移动脱离理想对齐，所述原因包括但不限于热膨胀和振动。打印头104A-104C和106A-106C喷射构建材料的滴以形成允许识别对齐误差的测试图案。如上所述，打印头之间的对齐误差是不工作喷射器的一个来源，原因是不对齐导致构建材料的滴在三维物体打印过程期间放置在错误位置。控制器128操作打印头阵列致动器中的一个或多个以调节打印头104A-104C和106A-106C的交叉过程位置从而修正对齐误差。

[0029] 在打印机100中，打印头阵列108A-108C包括在打印操作期间喷射支撑材料的滴的打印头。在打印机100的实施例中，打印头108A-108C均包括喷射器的阵列并且以与喷射构建材料的滴的打印头104A-104C和106A-106C中的喷射器相同的方式喷射支撑材料的滴。

[0030] 尽管图1描绘喷射构建材料的滴的两个打印头阵列，但是替代实施例可以包括用另外的构建材料形成打印物体的三个或更多个打印头阵列。另一实施例包括仅仅单个打印头阵列。尽管打印头阵列104A-104C、106A-106C和108A-108C均描绘为包括三个打印头，但是替代配置可以包括很少的打印头或更大数量的打印头以适应在交叉过程方向上具有不同尺寸的打印区域。另外，在光栅化三维物体打印机实施例中，一个或多个打印头在打印操作期间沿着交叉过程方向轴线CP移动。

[0031] 在打印机100中，UV固化设备112是紫外光源，其产生在交叉过程方向CP上横越打印区域110的UV光。来自UV固化设备112的UV光硬化在物体156的最上层上形成的构建材料以形成物体156的耐久部分。UV固化过程凝固构建材料并且在一些实施例中，在固化过程凝固构建材料之前周围支撑材料160防止构建材料流动脱位。

[0032] 例如，图像传感器116是在交叉过程方向CP上横越打印区域110布置并且配置成生成数字化图像数据的光电检测器的阵列，所述数字化图像数据对应于从形成于构件102上的构建材料和支撑材料反射的光。在一个实施例中，光电检测器生成总共具有256(0至255)个水平的灰度级8位图像数据，其对应于每个光电检测器从打印支撑材料和打印构建材料的最上层接收的反射光的水平。在其它实施例中，图像传感器116包含多谱光电检测器元件，如红、绿、蓝(RGB)传感器元件。在操作期间，图像传感器116生成对应于打印支撑材料和构建材料的顶表面的部段的多个图像扫描线。当支撑构件102移动经过图像传感器116时，图像传感器116从一系列扫描线生成二维扫描图像数据。特别地，图像传感器116从衬底的顶层和在图1的支撑材料衬底172和构建材料衬底176上形成的测试图案生成扫描图像数据。控制器128接收扫描图像数据并且执行包括打印测试图案的扫描图像数据的进一步处理以识别不工作喷射器。

[0033] 调平器120是配置成在UV固化设备112固化构建材料之前接合构建材料和支撑材

料的每一层的最上表面的构件。也称为平面化器的调平器将研磨表面施加到物体156以平滑物体156的最上层从而保持接收构建材料的另外的层的均匀表面。尽管打印区域110中的其它部件保持在Z方向上离物体156预定距离,但是调平器120配置成接合物体156以平滑最上层。

[0034] 控制器128是数字逻辑器件,如微处理器、微控制器、现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)或配置成操作打印机100的任何其它数字逻辑装置。在打印机100中,控制器128可操作地连接到一个或多个致动器,所述致动器控制支撑构件102、包括打印头104A-104C、106A-106C和108A-108C的打印头阵列、UV固化设备112以及图像传感器116的运动。控制器128可操作地连接到存储器132。在打印机100的实施例中,存储器132包括诸如随机存取存储器(RAM)设备的易失性数据存储设备和诸如固态数据存储设备、磁盘、光盘或任何其它合适的数据存储设备的非易失性数据存储设备。存储器132存储3D物体图像数据134、测试图案数据138和存储的程序指令138。控制器128执行存储的程序指令138以操作打印机100中的部件从而形成三维打印物体156并且打印识别打印头中的不工作喷射器的测试图案。例如,3D物体图像数据134包括对应于打印机100在三维物体打印过程期间形成的构建材料和支撑材料的每个层的多个二维图像数据图案。控制器128参考二维图像数据的每个集合从打印头104A-104C和106A-106C喷射构建材料的滴以形成物体156的每个层,同时打印头108A-108C喷射支撑材料的滴以形成支撑材料区域160。存储器132也存储测试图案数据136,所述测试图案数据136对应于打印头中的喷射器在独立于物体156的支撑构件102的区域上形成的标记的预定图案以识别打印头中的不工作喷射器。

[0035] 在操作期间,控制器128操作打印头104A-104C和106A-106C中的喷射器以将构建材料的滴喷射到支撑构件102上。控制器128也操作打印头108A-108C中的喷射器以围绕构建材料的区域将支撑材料的滴喷射到支撑构件102上从而支撑形成三维打印物体的构建材料。支撑构件102多次通过打印区域110以由支撑材料160的多个层162支撑的构建材料的多个层形成物体156。在打印操作期间,控制器128也操作支撑材料打印头108A-108C以将支撑材料的滴喷射到独立于形成物体156的区域的支撑构件102的另一区域上。支撑材料形成衬底层172,随后所述衬底层172接收来自打印头104A-104C和106A-106C中的一个或多个的预定测试图案的一部分。构建材料和支撑材料彼此在光学上不同以允许图像传感器116生成图像数据,其中由构建材料形成的标记与支撑材料层可区分。图像传感器116生成衬底层和测试图案中的打印标记的扫描图像数据。

[0036] 在一个实施例中,仅仅测试图案的一部分形成于支撑材料的单层上。在支撑构件102的后续通过期间,支撑材料打印头108A-108C喷射支撑材料的滴以形成覆盖先前打印的测试图案的至少一个层直到先前打印的标记不再由图像传感器116可见。控制器128然后操作打印头104A-104C和106A-106C以生成测试图案的另一部分并且图像传感器116生成下一部分的另外的扫描图像数据。在从扫描图像数据的两个或更多个集合生成完整测试图案之后,控制器128基于生成打印测试图案中的对齐误差的缺失喷射器或打印头识别不工作喷射器。

[0037] 在图1的实施例中,打印机100也识别支撑材料打印头108A-108C中的不工作喷射器。控制器128操作构建材料打印头104A-104C和106A-106C中的一个或多个以在第三区域中在衬底102上形成构建材料176的层,所述第三区域独立于物体156和形成第一测试图案

的支撑材料172的层。控制器128操作打印头108A-108C中的喷射器以在衬底层176上形成另一测试图案的一部分。图像传感器116在构建材料的层上生成由支撑材料形成的测试图案的部分的第二扫描图像数据。控制器128操作打印头104A-104C和106A-106C中的一个或多个以在第二层176上形成构建材料的另外的层并且从打印头108A-108C中的喷射器喷射测试图案中的支撑材料的另外的部分。

[0038] 图1中的打印机100的替代实施例省略支撑材料打印头阵列108A-108C或将构建材料而不是支撑材料供应到打印头108A-108C。在任一配置中,打印机100的替代实施例在没有支撑材料的情况下形成三维打印物体。当构建材料不需要另外的支撑材料来形成三维打印物体时并且对于形成具有不需要另外的支撑材料的形状的三维打印物体的打印机,可以省略支撑材料打印头。

[0039] 图2描绘三维物体打印机200的另一实施例,其配置成在三维物体形成操作期间操作打印头以形成打印测试图案从而允许缺失喷射器检测和打印头对齐。打印机200包括类似于图1的打印机100中的相应部件的支撑构件102、图像传感器116、控制器128和存储器132。在打印机200中,支撑材料分配器具体化为支撑材料涂布器240。打印机200包括用于光透明粘结剂(打印头204A-204C)、黄色粘结剂(打印头206A-206C)、品红粘结剂(打印头208A-208C)和青色粘结剂(打印头210A-210C)的四个打印头阵列。支撑材料涂布器240、打印头阵列和图像传感器116形成打印机200中的打印区域212。在打印机200的实施例中,涂布器240分配第一支撑材料粉末的均匀层,当与来自打印区域212中的打印头的粘结剂组合时所述第一支撑材料粉末产生视觉上可觉察的颜色。

[0040] 在图2中,涂布器240在接收来自打印头206A-206C、208A-208C和210A-210C的粘结剂滴的打印测试图案的支撑构件102的区域中分配支撑材料的层,如层220、222、224和226所示。涂布器240形成支撑材料的一个层,如层220,并且控制器128操作打印头中的喷射器以在支撑材料的层上形成测试图案的一部分。光学传感器116然后生成打印测试图案的部分的扫描图像数据。在操作期间,在打印头206A-206C、208A-208C和210A-210C形成打印测试图案的另一部分之前,涂布器240在打印测试图案的部分上形成支撑材料的至少一个另外的层。例如,在图2中,在操作打印头以在层224上形成打印测试图案的另一部分之前,涂布器240在支撑材料层220上形成支撑材料的两个层222和224。在替代配置中,支撑材料的仅仅一个中间层分离测试图案的每个部分或者支撑材料的三个或更多个层分离测试图案的部分。打印机200形成支撑材料的一个或多个中间层以保证测试图案的每个部分的扫描图像数据不包括来自测试图案的先前打印的部分的伪影。在操作期间,打印机200继续形成支撑材料的另外的层以支撑三维物体的形成并且为打印测试图案中的粘结剂材料的打印滴提供图像接收表面。

[0041] 在打印机200中,构建材料是从打印区域212中的打印头中的喷射器喷射的液体粘结剂。粘结剂的不同组分与支撑材料的粉末层反应从而以不同的可见颜色凝固和硬化。青色/品红/黄色粘结剂的不同组合可以在三维打印物体的表面上产生打印图案和多种多样的颜色。接收打印测试图案的打印区域212的部分包括由打印头206A-206C、208A-208C和210A-210C形成的、包括在由图像传感器116生成的图像数据中的打印标记。在打印过程结束时,不用粘结剂凝固的支撑材料粉末的部分被去除并且凝固部分形成三维打印物体。

[0042] 光透明粘结剂打印头204A-204C也将粘结剂的滴喷射到支撑材料的层上。在一些

实施例中,光透明粘结剂导致支撑材料的颗粒的重构,这改变从前表面的光反射。光学传感器116生成图像数据,所述图像数据包括包含光透明粘结剂的区域,所述区域具有的反射率水平与不接收光透明粘结剂材料的区域可区分。在其它实施例中,打印机中的另一组打印头喷射在与光透明粘结剂相同的层中喷射的有色粘结剂。光透明粘结剂的存在修改有色粘结剂在其存在的区域中的流动。光透明粘结剂和有色粘结剂的组合产生光反射率变化,并且控制器128在扫描图像数据中识别喷射光透明粘结剂的相应喷射器的位置。

[0043] 在操作期间,控制器128操作打印区域212中的打印头以形成三维打印物体。控制器128也操作涂布器240以形成支撑材料的层并且操作打印区域212中的打印头以在支撑材料的至少一些层上形成测试图案的部分。在打印机200中,仅仅测试图案的一部分形成于支撑材料的每个层上。涂布器240在打印过程期间产生支撑材料的另外的层并且控制器128操作打印头206A-206C、208A-208C和210A-210C中的选定喷射器以在第二衬底材料的不同层上形成预定测试图案的一部分。图像传感器116生成打印测试图案的每个部分的扫描图像数据,并且控制器128参考扫描图像数据识别打印区域212中的打印头中的不工作喷射器。

[0044] 如上所述,三维物体打印机100和200作为识别和修正打印头中的不工作喷射器的过程的一部分在支撑材料的多个层上形成打印测试图案。图3描绘沿着线170获得的图1的堆叠172和176中的衬底层和打印测试图案中的标记的视图。堆叠172包括支撑材料的多个层,包括层310、314和318。控制器128操作打印头104A-104C和106A-106C中的喷射器以在支撑材料层中的一些的表面上形成打印标记,包括衬底层310上的打印标记308A-308D,衬底层314上的打印标记312A-312D,和衬底层318上的打印标记316A-316D。在一个实施例中,打印标记是由预定数量的构建材料的滴(例如,10滴)形成的点,当控制器128选择在交叉过程方向上以预定间隔交错的喷射器时所述点在过程方向上延伸以形成测试图案中的点的排。中间衬底层(如层310和314)阻挡图像传感器116看到测试图案的先前打印的部分,因此仅仅最顶层中的标记(如图3中的标记308A-308D)暴露于图像传感器116。在打印机100的一个实施例中,构建材料的打印标记具有可以在堆叠172的后续层中产生升高脊的厚度。在图像传感器116生成标记的扫描图像数据之后控制器128操作支撑材料打印头108A-108C中的喷射器以填充测试图案中的打印标记之间的间隙。例如,在图3中,在支撑材料的另一层覆盖打印标记之前用支撑材料填充围绕打印标记308A和308B的区域330A和330B。在其它实施例中,打印机同时淀积支撑材料和构建材料并且构建材料和支撑材料之间的光学对比允许控制器128在扫描图像数据中识别构建材料点。

[0045] 在图3中,第二堆叠176以类似于堆叠172的方式形成,但是控制器128从构建材料形成衬底层并且使用支撑材料打印头108A-108C中的喷射器形成打印测试图案中的标记。图3描绘具有最顶部支撑材料标记348A-348D的构建材料的层350、354和358,所述标记形成支撑材料打印头108A-108D的测试图案的一部分。控制器128也用构建材料填充支撑材料标记之间的间隙以防止形成脊,如围绕打印支撑材料标记348A和348B的区域352A和352B中的构建材料所示。在其它实施例中,材料同时被淀积。

[0046] 在打印机200的实施例中,测试图案以类似于堆叠172的方式形成,测试图案与接收粘结剂材料的打印标记的支撑材料的层交替堆叠地形成于没有任何粘结剂材料的支撑材料的多个层上。由于打印机200使用涂布器来分配支撑材料,因此仅仅形成的测试图案对应于在打印区域212中喷射构建材料的打印头。图像传感器116生成打印测试图案的每个部

分的扫描图像数据。

[0047] 图4描绘重新布置成二维布局的测试图案400的例子。测试图案400包括打印标记的多个排。打印头中的一个中的单个喷射器形成测试图案400中的不同标记的每一个。在图4中,测试图案400包括由青色、黄色、品红和光透明构建材料形成的标记,但是对于不同数量的构建材料颜色和对于打印机100中的支撑材料测试图案,替代测试图案包括打印标记的类似布置。测试图案400形成有标记的多个排,包括图4中的排404A-404N,其中每排包括在交叉过程方向上彼此偏移的多个标记。在每排内,标记在过程方向P上延伸。在图1和图2的实施例中,测试图案打印成测试图案标记的单排打印在相应的支撑材料或构建材料衬底上。因此,在图4中,当打印机在不同衬底层上形成打印标记的单独排时测试图案400中的多排的布置沿着Z轴线延伸。在替代配置中,打印机在每个衬底层上形成测试图案的更大部分。在单层上打印每个测试图案的更大部分减小形成完整测试图案所需的层的数量,但是也增加用于打印测试图案而不是打印物体的支撑构件上的区域的尺寸。

[0048] 在打印机100和200中,控制器128分析形成测试图案(如测试图案400)的图像数据以识别由于缺失喷射器和打印头对齐误差引起的不工作喷射器。如图4中所示,围绕图像数据的空白区域的框432描绘由打印头中的缺失喷射器形成的缺失标记。控制器128识别对应于不工作喷射器的缺失标记并且可以可选地中止打印过程,执行本领域中已知的缺失喷射器补偿技术,或者试图清洁或净化缺失喷射器以恢复操作。对于打印头对齐,控制器128用对应于由不同打印头中的喷射器形成的打印标记的整个排的图像数据的边缘或中心检测核执行滤波和卷积以识别过程方向上和交叉过程方向上的点的位置。不同打印头中的不同喷射器之间的交叉过程偏移横越扫描图像数据的多排被测量以识别两个或更多个打印头是否不对准。不对准表明对应于不同打印头中的喷射器的标记之间的交叉过程方向上的不一致间隔而不是识别对应于预定测试图案的标记之间的预定交叉过程方向分离。控制器128可选地中止打印过程的操作以警告操作者打印头不对齐或操作打印头阵列致动器中的一个或多个以将打印头返回正确对齐。

[0049] 图5描绘用于形成测试图案并且执行三维物体打印机中的不工作喷射器检测的过程500。为了示例性目的结合图1的打印机100和图2的打印机200描述过程500。在下面的论述中,对执行动作或功能的过程500的引用指的是操作控制器(如控制器128)以执行存储的程序指令从而与三维物体打印机中的一个或多个部件结合执行任务或功能。

[0050] 过程500开始于打印机用一个或多个打印头喷射构建材料的滴并且用支撑材料分配器排出支撑材料以在支撑构件的表面上形成三维打印物体(方块504)。在打印机100中,打印头104A-104C和106A-106C将构建材料的滴喷射到支撑构件102的第一区域上并且打印头108A-108C将支撑材料喷射到第一区域上以接合和支撑构建材料。在打印机200中,涂布器240在覆盖支撑构件102的第一区域的层上排出支撑材料。打印头204A-204C、206A-206C、208A-208C和210A-210C中的喷射器将具有不同颜色的粘结剂的滴喷射到粉末支撑材料层的选定部分上以形成三维打印物体的一个层。

[0051] 过程500继续,打印机将支撑材料排出到独立于包含三维打印物体的区域的支撑构件的区域上(方块508)。在打印机100的实施例中,打印头108A-108C喷射支撑材料的滴以形成支撑材料的衬底层,如图1中的堆叠172所示。在打印机200中,涂布器240形成支撑材料的层(如层220),所述层接收来自打印头204A-204C、206A-206C、208A-208C和210A-210C的

打印测试图案的一部分。过程500继续，喷射构建材料的打印头可选地在独立于形成三维打印物体的区域和独立于形成支撑材料衬底层的区域的支撑构件的另一区域上形成构建材料的层(方块512)。在打印机100中，打印头104A-104C和106A-106C中的一些或全部形成在堆叠176中描绘的层。在图2的实施例中，打印机200不执行关于方块508所述的处理，原因是打印机200不使用打印头和喷射器排出支撑材料。

[0052] 在过程500期间，方块504-512的处理继续，如果测试图案的先前形成的层将仍然从测试图案的任何先前形成的部分“透印”，则形成另外的衬底层(方块516)。术语透印指的是这样的情况，该情况中测试图案的先前形成的部分通过支撑材料或构建材料的一个或多个中间层至少部分地由图像传感器116可见。如上所述，在打印机100的实施例中，堆叠172中的支撑材料的另外的层也填充形成于测试图案的一部分中的标记之间的间隙，并且堆叠176中的构建材料的另外的层填充支撑材料的标记之间的间隙。

[0053] 在已形成提供接收测试图案的合适表面的支撑材料或构建材料的至少一个中间层(方块516)之后，过程500继续，喷射构建材料的打印头阵列在支撑构件的另一区域上在支撑材料的衬底层上形成预定测试图案的一部分(方块520)。在打印机100中，控制器128生成打印头104A-104C和106A-106C中的选定喷射器的触发信号以喷射构建材料的滴从而在支撑材料堆叠172的最顶层上形成测试图案标记。打印机200生成打印区域212中的打印头中的选定喷射器的触发信号以将粘结剂的滴喷射到支撑材料的层(如层220或224)上，之后那些层由另外的支撑材料覆盖。如上面参考图4所述，在一些实施例中打印机100和200形成更大测试图案的单排或一组连续排以形成对应于喷射构建材料的滴的打印头的第一测试图案的一部分。

[0054] 在过程500期间，打印机100也可选地将来自打印头108A-108C的支撑材料的滴喷射到堆叠176中的构建材料的最顶层上以形成支撑材料打印头108A-108C中的喷射器的第二测试图案的一部分(方块524)。支撑材料的第二测试图案类似于构建材料的第一测试图案并且包括打印标记的多个排。控制器128生成打印头108A-108C中的选定喷射器的电触发信号以在堆叠176上的构建材料的最顶层上形成第二测试图案的一部分中的一个或多个排。

[0055] 过程500继续，图像传感器116生成已由构建材料形成的第一测试图案的下一部分的扫描图像数据(方块528)并且在打印机100的实施例中可选地生成已由支撑材料形成的第二测试图案的下一部分的另外的扫描图像数据(方块532)。在打印机100中，图像传感器116生成堆叠172上的构建材料的打印图案的第一扫描图像数据和打印在堆叠176上的支撑材料的打印图案的第二图像数据。在打印机200中，图像传感器116生成在支撑材料的最顶层上形成的构建材料的图案的图像数据。

[0056] 过程500继续上面关于方块504-532所述的处理直到打印机已形成测试图案的完整集合并且生成完整测试图案的图像数据的两个或更多个集合(方块536)。一旦打印机已形成完整测试图案并且生成测试图案的每个部分的图像数据的集合(方块536)，过程500继续，控制器128在第一测试图案的图像数据中从喷射构建材料的打印头识别不工作喷射器(方块540)。如上所述，控制器128处理测试图案的图像数据以识别未能在测试图案内的正确位置产生打印标记的缺失喷射器和喷射构建材料的打印头中的两个或更多个之间的对齐误差。在打印机100的实施例中，控制器128也参考第二测试图案的图像数据可选地识别

喷射支撑材料的打印头108A-108C中的不工作喷射器(方块544)。与喷射构建材料的打印头一样,控制器128识别是缺失喷射器或由于支撑材料打印头阵列中的打印头之间的对齐误差而不工作的不工作喷射器。

[0057] 过程500继续,打印机100或打印机200中的控制器128响应一个或多个不工作喷射器的识别执行修正动作(方块548)。如上所述,在一些打印机实施例中打印机中止打印过程并且生成警报以便操作者修正缺失喷射器或打印头对齐误差的问题。在其它实施例中,打印机执行修正动作并且继续打印过程。例如,当缺失喷射器被识别时,控制器128执行打印头净化或清洁过程以将缺失喷射器返回到正常操作。如果两个或更多个打印头在打印操作期间受到对齐误差,则控制器128操作打印头阵列中的致动器以将打印头返回到正确对齐。

[0058] 图6描绘使用构建材料的层而不需要使用支撑材料形成测试图案并且执行三维物体打印机中的不工作喷射器检测的过程600。为了示例性目的结合图1的打印机100在不使用支撑材料的配置中描述过程600。在下面的论述中,对执行动作或功能的过程600的引用指的是操作控制器(如控制器128)以执行存储的程序指令从而与三维物体打印机中的一个或多个部件结合执行任务或功能。

[0059] 过程600开始于打印机100喷射至少第一类型的构建材料的滴以在支撑构件上形成三维打印物体的层(方块604)。在图1的例子中,打印头阵列104A-104C喷射第一类型的构建材料以形成物体156的层。打印机100使用打印头106A-106C可选地喷射第二类型的构建材料以形成物体156。在替代实施例中,三维物体打印机使用三种或更多种类型的构建材料形成物体156。在过程600期间,打印机100不喷射支撑材料,并且打印机100不形成存在于图1中的支撑材料的层162。

[0060] 为了过程600的目的,不同类型的构建材料中的至少两种可选地是不同的。也就是说,当打印机100由第二类型的构建材料形成衬底层时,形成于衬底层上的第一类型的构建材料的打印图案与衬底材料在衬底和打印图案的扫描图像数据中可区分,反之亦然。例如,包含两种不同着色剂、但是另外具有大致相同的化学和物理特性的两种不同构建材料在光学上是不同的。在另一实施例中,两种构建材料具有在扫描图像数据中在光学上不同的不同化学和物理特性和不同颜色。在又一实施例中,两种构建材料具有不同的化学和物理特性,同时具有相似的颜色。如果第一类型的构建材料的反射率水平与第二类型的构建材料相差足以在扫描图像数据中可检测的裕度,则两种类型的构建材料在光学上是不同的。

[0061] 过程600继续,打印机100喷射第二构建材料的滴以在支撑构件上形成第一衬底层(方块604)并且可选地喷射第一构建材料的滴以在支撑构件上形成第二衬底层(方块608)。控制器128操作打印头106A-106C并且可选地操作打印头104A-104C以在独立于支撑三维打印物体156的区域的支撑构件102的区域上形成衬底层。如图1和图3中所示,在过程600期间打印机100形成衬底层的堆叠172和176。堆叠172包括由第二构建材料形成以接收第一构建材料的打印图案的衬底层310、314和318。打印机100可选地形成具有接收第二构建材料的打印图案的衬底层350、354和358的堆叠176。

[0062] 在过程600期间,当支撑构件102在过程方向P上移动经过打印区域110时在形成衬底层上的测试图案的一部分的打印标记之前,打印机100形成至少一个衬底层,并且根据需要继续打印另外的衬底层以防止光透印(方块616)。在打印机100形成足够数量的衬底层(方块616)之后,过程600继续在由第二构建材料形成的衬底上由第一构建材料形成第一预

定测试图案的一部分(方块620)并且可选地在由第一构建材料形成的衬底上用第二构建材料形成第二预定测试图案的一部分(方块624)。打印机100以类似于上面在过程500中分别关于方块520和524所述的测试图案形成的方式形成第一和第二打印测试图案的每个部分,区别在于打印机100使用第一和第二类型的构建材料而不是使用构建材料和支撑材料来形成衬底层和打印测试图案。

[0063] 过程600继续,打印机100生成第一测试图案的下一部分的扫描图像数据(方块628)并且可选地生成第二测试图案的下一部分的扫描图像数据(方块632)。在打印机100中,当支撑构件112在过程方向P上移动经过图像传感器116时图像传感器116生成最顶部衬底层和打印测试图案标记的每个部分的扫描图像数据。

[0064] 当打印机100形成衬底堆叠以及第一测试图案和可选的第二测试图案的部分时过程600继续上面在方块604-632中所述的处理。打印机100也形成第一测试图案的部分的扫描图像数据并且可选地形成第二测试图案的部分的扫描图像数据。当打印机100已完成测试图案的形成和扫描(方块636)之后,过程600继续,打印机100使用第一测试图案的扫描图像数据执行第一打印头阵列104A-104C的打印头对齐和缺失喷射器检测过程(方块640)。打印机100可选地使用第二测试图案的扫描图像数据执行第二打印头阵列106A-106C的打印头对齐和缺失喷射器检测过程(方块644)。打印机100中的控制器128随后调节打印头的对齐并且执行缺失喷射器修正或补偿操作以修正打印头中的任何不工作喷射器(方块648)。

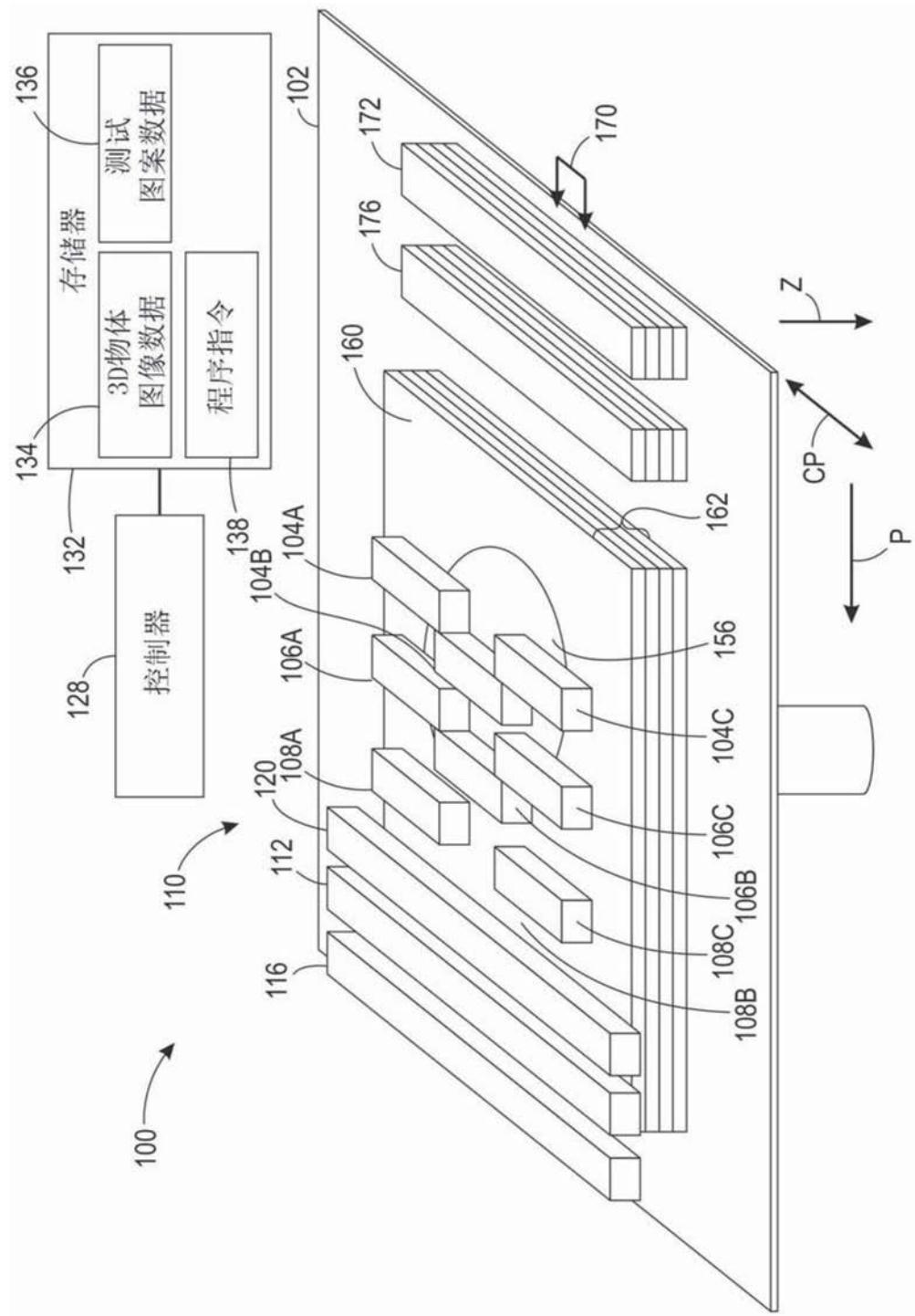


图1

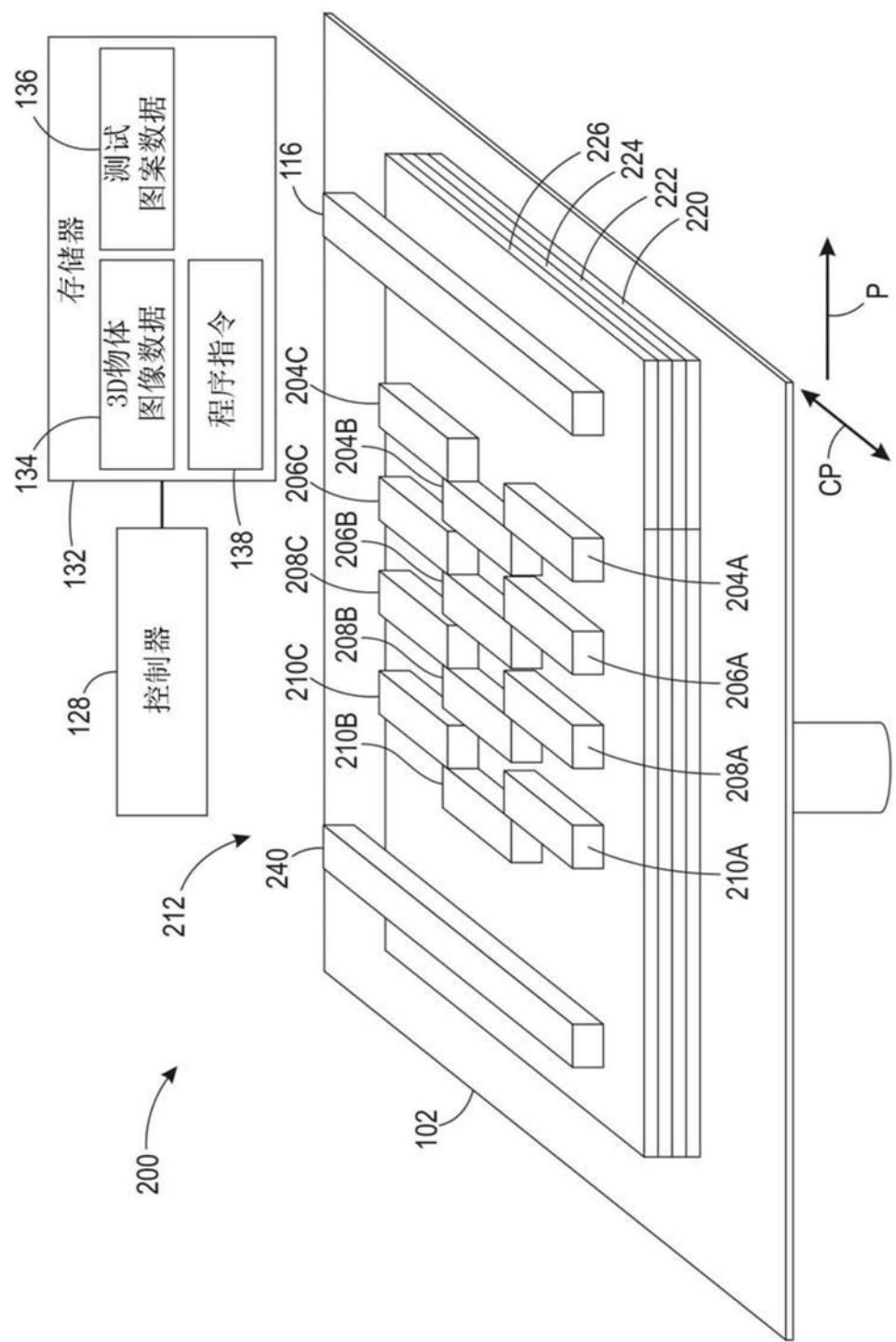


图2

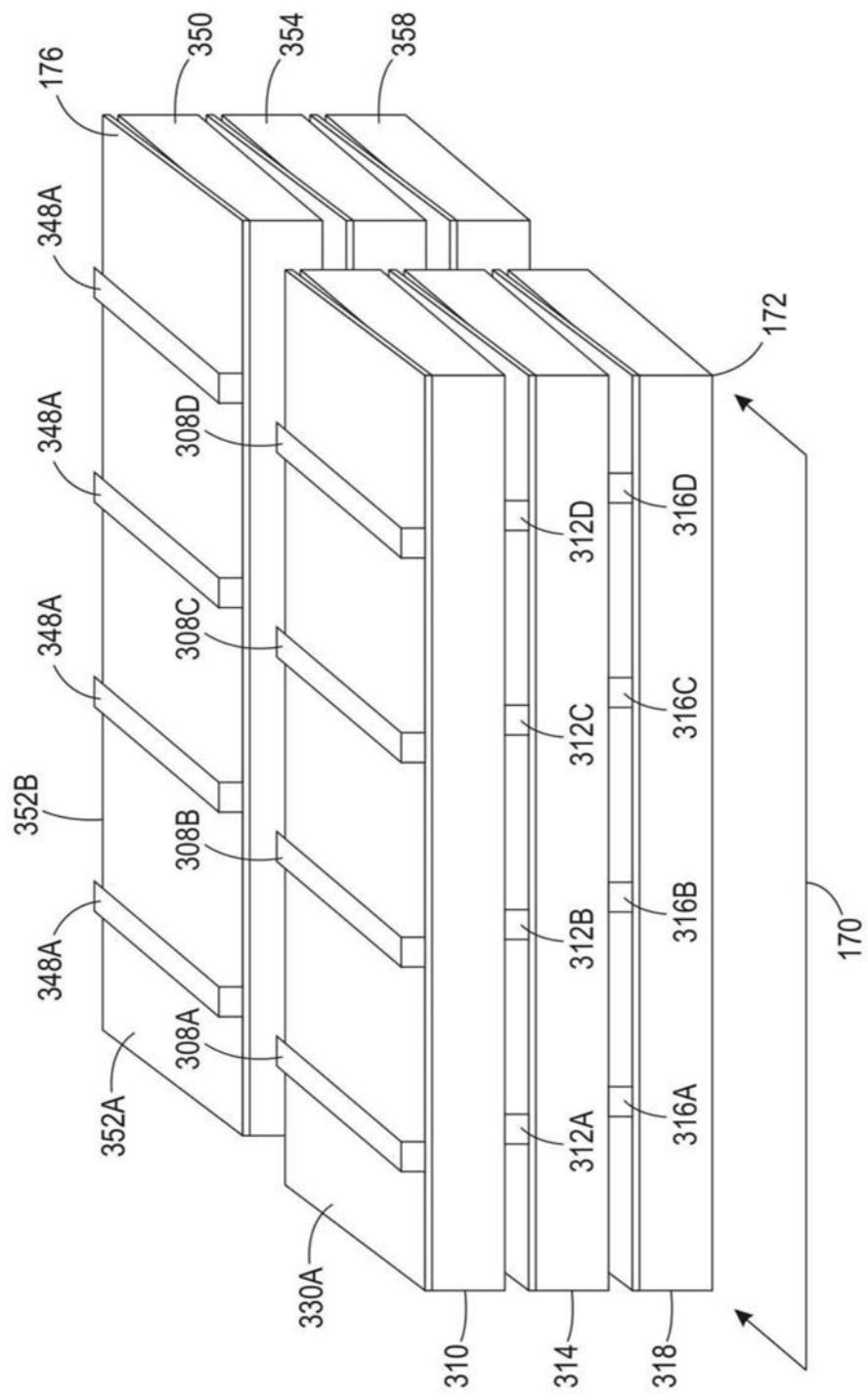


图3

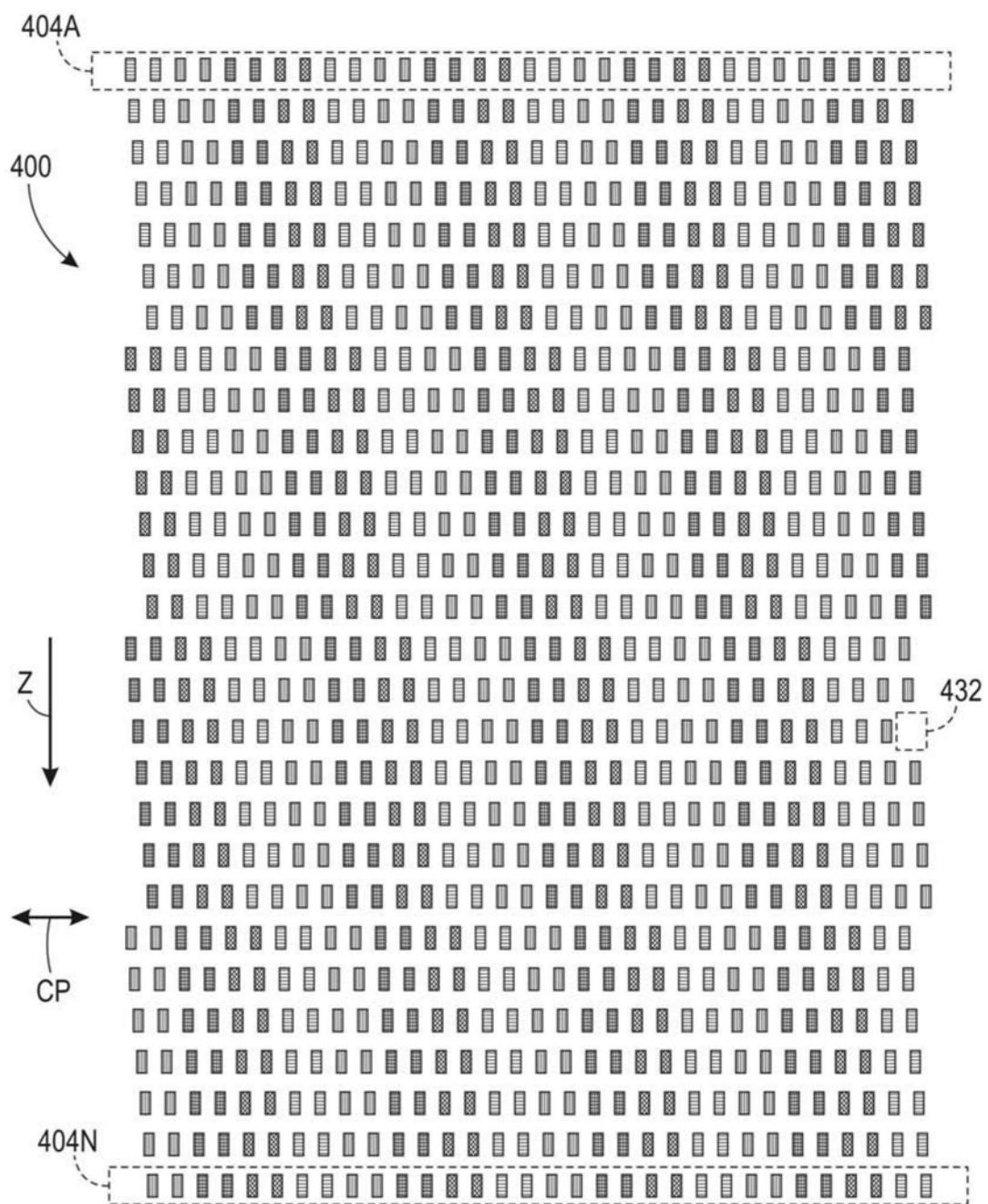


图4

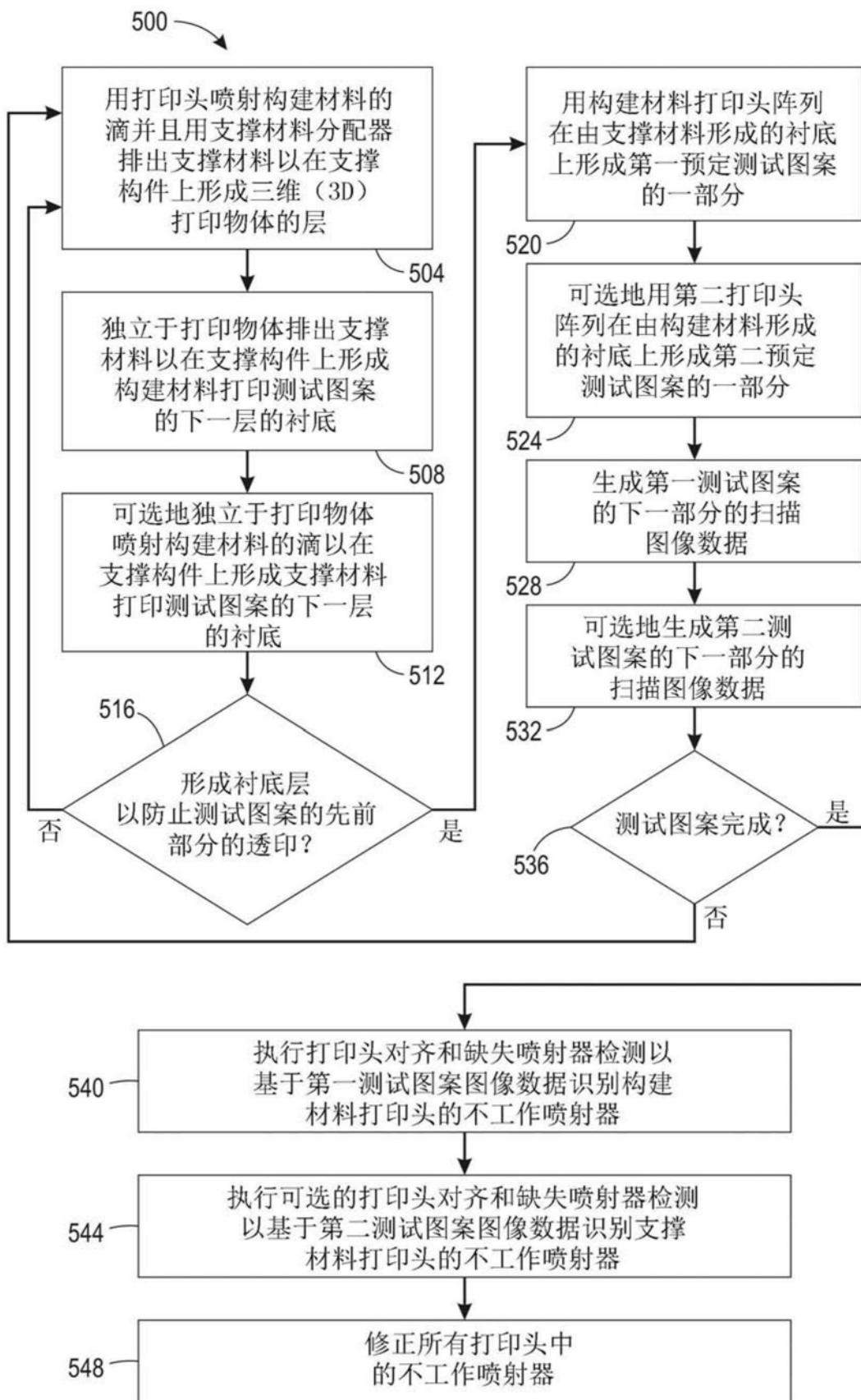


图5

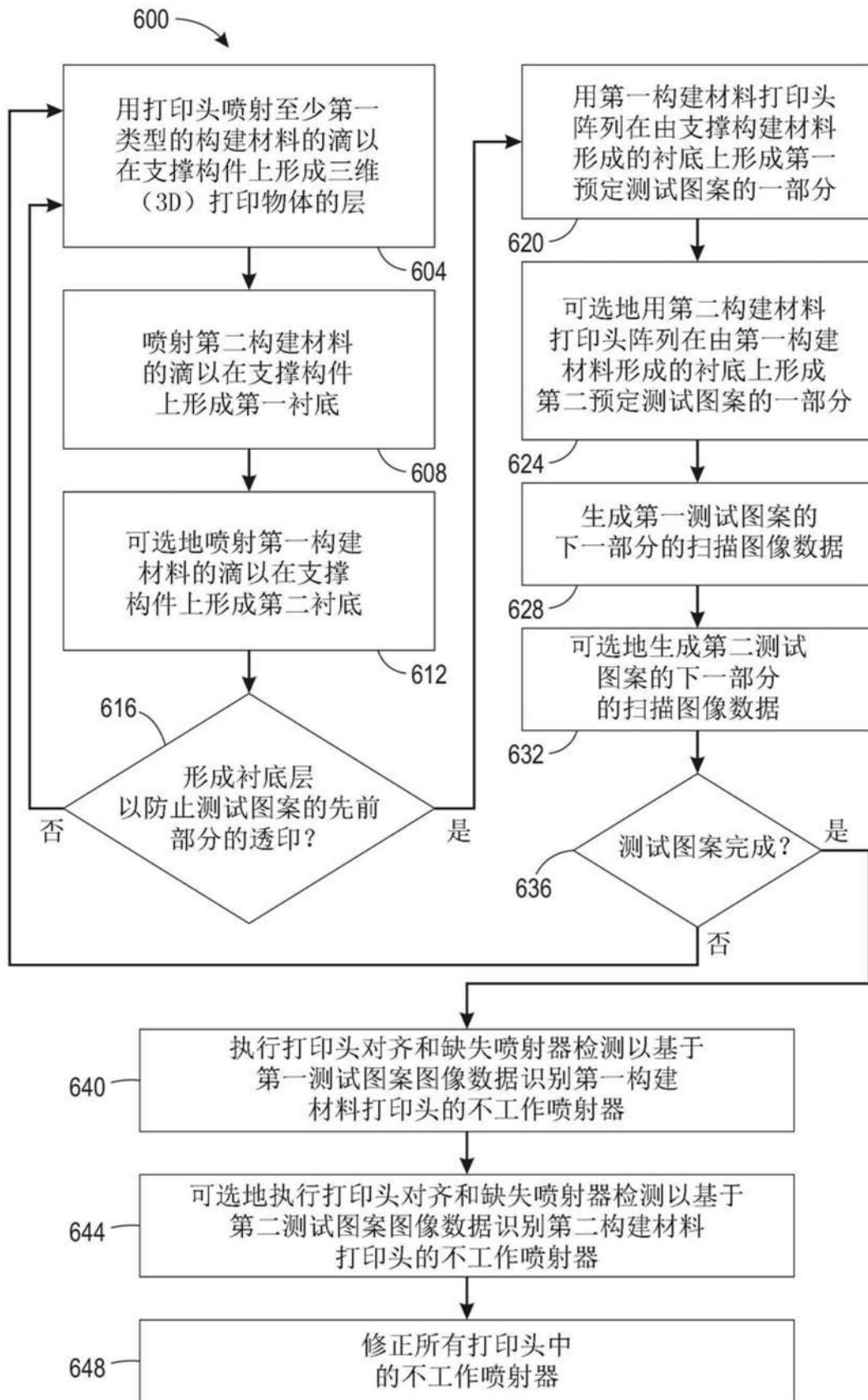


图6